

# Aménagement des champs pour la culture en courbes de niveau au sud du Mali

**Mise au point à l'échelle de la parcelle, après un diagnostic sur la circulation de l'eau et sur l'érosion, une démarche simple et applicable d'aménagement des champs en courbes de niveau a été proposée et testée en associant les paysans et les agents de vulgarisation. Adaptée à la zone du sud du Mali, la réalisation des courbes de niveaux peut être facile à associer aux techniques culturales courantes.**

**D**ans l'agriculture traditionnelle, l'érosion n'était pas un problème grave en raison du défrichement incomplet, de la taille réduite des champs, du temps de culture limité à quelques années et du maintien de la fertilité par la jachère (NYE et GREENLAND, 1960 ; LE BUANEC, 1979 ; PIERI, 1989). Il n'y a donc pas traditionnellement de méthode de lutte contre l'érosion. Cependant, au Mali, les paysans sénoufos aménagent souvent des

passages d'eau pour éviter des dégâts sur les parcelles voisines, en élargissant le chenal à la daba, ou en le rehaussant par un ados ou par un cordon de pierre. L'érosion s'est amplifiée avec l'augmentation des surfaces cultivées, la pratique de la culture attelée et l'allongement des durées de culture et parfois la réduction du couvert végétal à l'amont des champs par la surexploitation du bois ou du pâturage. Les services de recherche et de vulgarisation ont alors tenté d'apporter des solutions.

## Diagnostic et principes d'aménagement

A partir du diagnostic d'un ou de plusieurs champs et leurs alentours, un schéma global d'aménagement est proposé, puis il est discuté avec les paysans. Ensuite, les travaux sont programmés sur plusieurs années. Le piquetage des ouvrages est réalisé suivant des méthodes de topographie

J. GIGOU

Cirad/Icrisat, centre régional sorgho,  
Samanko, BP 320 Bamako, Mali

*Nouvelle adresse : Cirad/Ier,  
Station de Sotuba, LaboSep,  
BP 438, Bamako, Mali*

L. COULIBALY

Cmdt/Ddrs, BP 01 Koutiala, Mali

Clichés J. Gigou

B. WENNINK

Cmdt/Ddrs, BP 01 Koutiala, Mali  
Institut Royal des Tropiques (Kit),  
BP 95001 Amsterdam, Pays-Bas

K. B. TRAORE

Icrisat, centre régional sorgho,  
Samanko, BP 320 Bamako, Mali

*Nouvelle adresse : Ier, Station de Sotuba,  
Labosep, BP 438 Bamako, Mali*

# Les risques d'érosion et les premières techniques de lutte au Mali

## La région sud du Mali, cadre de l'étude

Le sud-est du Mali est la zone cotonnière par excellence et, grâce à l'encadrement technique de la Cmdt (Compagnie malienne pour le développement des textiles), les paysans ont un niveau élevé de technicité agricole. Le climat est caractérisé par l'alternance d'une saison des pluies, de mai-juin à octobre, et d'une saison sèche de novembre à mai. La pluviométrie varie de 700 millimètres dans la région de San jusqu'à plus de 1 200 millimètres à la frontière de la Côte d'Ivoire (figure 1). Les surfaces cultivées augmentent actuellement d'environ 5 % par an, en raison de l'accroissement de la population et de la surface cultivée par personne (GIRAUDY, 1996). Les densités de population rurale sont variables, de moins de 15 habitants au kilomètre carré dans la région de Bougouni, à plus de 25 dans l'ancien bassin cotonnier de Fana et de Koutiala. La surface cultivée est d'environ 0,6 hectare par habitant et varie avec le degré d'équipement. Le taux d'occupation des terres est de 21 % de la surface totale (environ 33 % de la surface cultivable) dans les régions de forte densité de peuplement. Cependant, dans certaines localités, jusqu'à 50 % de la superficie totale est cultivée, toutes les bonnes terres sont alors en culture permanente (HIJkoop *et al.*, 1989 ; Cmdt, 1995). C'est pourquoi l'entretien de la fertilité des terres est devenu un problème important.

Les difficultés sont fonction de la position topographique. Par exemple, dans la région de Fana et entre Sikasso et Koutiala, apparaissent au même moment des

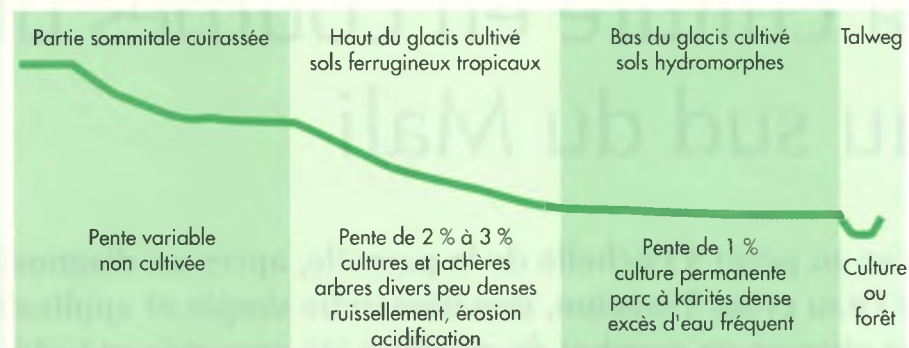


Figure 2. Schéma d'une toposéquence cultivée fréquente dans la région de Fana au Mali. La longueur est de 1 ou 2 km et le dénivelé de quelques dizaines de mètres.

problèmes résultant du ruissellement et de l'érosion dans les parties hautes et d'autres liés à l'excès d'eau dans les parties basses (figure 2).

## Les premières lutttes contre l'érosion

Des techniques traditionnelles de lutte contre l'érosion hydrique sont utilisées par les paysans africains dans les massifs montagneux très peuplés comme les monts Mandara au Cameroun ou les monts Kabyè au Togo. Dans les régions de plaine ou de collines, moins peuplées, les terres sont dégradées car les paysans investissent peu pour maintenir la fertilité (PIERI, 1989). Des méthodes de lutte contre l'érosion adaptées à ces situations ont été proposées (Ctft, 1979), mais leur vulgarisation est difficile (MARCHAL, 1986).

Les marques de l'érosion hydrique, par exemple les ravines, sont bien visibles dans de nombreuses régions du Mali. Des mesures d'érosion ont été effectuées dans plusieurs pays d'Afrique de l'Ouest (ROOSE, 1981 ; PEREZ, 1994). VAN DER POL (1991) estime aussi que l'agriculture actuelle induit une dégradation du sol.

## Fossés de diversion de pente régulière

Dans la région Mali-sud, une première tentative a concerné le village de Fonsébougou en 1982 (KLEENE *et al.*, 1989). Des ados de diversion ont été construits pour protéger le champ des eaux venant de l'amont et à l'intérieur du

champ, des fossés de diversion ont été creusés en pente de 0,3 %, débouchant dans des exutoires aménagés. Ce système efficace ne se prête pas à la vulgarisation, car il demande une technicité élevée de la part du paysan ou l'intervention d'un prestataire de service pour l'installation des ouvrages et il était jugé peu compatible avec les techniques culturales les plus fréquentes (HIJkoop *et al.*, 1991).

## L'aménagement global du terroir

Un autre dispositif, fondé sur la dispersion des eaux et la diminution de la vitesse de l'eau, compatible avec les pratiques culturales des paysans, a constitué la base pour la vulgarisation d'un schéma d'aménagement global de l'espace villageois (HIJkoop et VAN DER POL, 1989 ; HIJkoop *et al.*, 1991 ; VAN CAMPEN, 1991). Il impliquait des actions collectives — interdiction de la coupe du bois, aménagement de cordons pierreux dans les zones non cultivées à l'amont des champs — et des actions individuelles — plantations de haies rectilignes de *Jatropha curcas* espacées de 50 mètres pour cloisonner les champs, barrages en pierre dans les ravines, fabrication de compost et de fumier, cloisonnement des billons, etc. La vulgarisation de ces techniques a été assurée par la division défense et restauration des sols de la Cmdt. La diffusion des actions collectives prime sur les actions individuelles. Cependant, la diffusion reste lente : environ 20 % des villages ont été touchés depuis le démarrage du programme en 1989, et au rythme actuel, il faudrait, par exemple 50 ans pour aménager complètement le village de Kaniko dans la région de Koutiala (Cmdt, 1995 ; HIJkoop *et al.*, 1991).

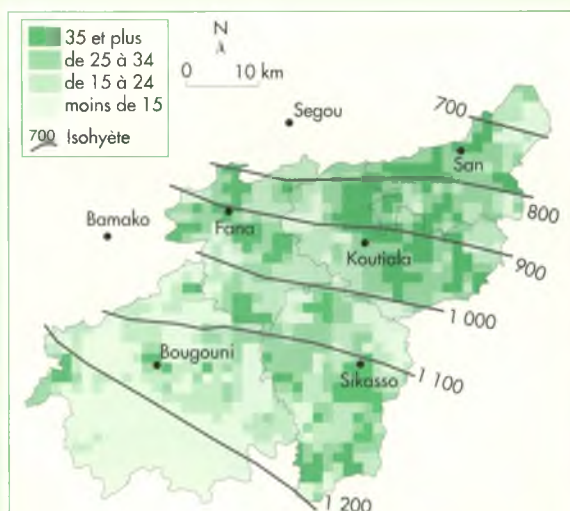


Figure 1. Localisation de la région Mali-sud et densité de population (source : GIRAUDY, 1996).



simples et applicables au champ, puis le paysan construit les ouvrages et cultive en installant les semis et les billons suivant les courbes de niveau (GIGOU, 1995 et 1997).

## Le diagnostic

Avec le paysan, le vulgarisateur effectue un diagnostic de la situation du champ, des écoulements de l'eau et des problèmes d'érosion, des défauts d'infiltration et des excès d'eau. Il faut aussi observer les champs limitrophes et les zones cultivées environnantes pour repérer les arrivées d'eau et choisir les exutoires. Pour être compatible avec une vulgarisation à grande échelle, ce diagnostic est réalisé avec des moyens simples : le témoignage de l'agriculteur et les observations lors d'une visite du champ. La partie à aménager couvre en général un champ isolé ou un groupe de champs contigus appartenant à une seule exploitation. Parfois, plusieurs paysans voisins demandent un aménagement coordonné, ce qui simplifie, en général, l'organisation de la circulation de l'eau.

## Mise en place des tests d'aménagements, le suivi à l'échelle de la parcelle

L'aménagement en courbes de niveau est testé sur des champs individuels de paysans volontaires, indépendamment des paysans voisins.

### Partenaires de l'étude « aménagement des champs individuels en courbes de niveau »

Cette étude est conduite en collaboration avec des partenaires de la vulgarisation, (la Cmdt) et de la recherche sur les systèmes de production (l'Ier-Espgrn, Institut d'économie rurale, équipe système de production et gestion des ressources naturelles, Mali). Des champs de paysans volontaires sont choisis pour réaliser un aménagement en courbes de niveau. Grâce à des visites régulières, les résultats de l'aménagement sont enregistrés ainsi que l'opinion du paysan, y compris ses demandes pour de nouveaux aménagements.

### Les préoccupations des agriculteurs

Au départ, l'aménagement a été proposé contre l'érosion. Cependant, les questions des paysans portent aussi très fréquemment sur des problèmes d'excès d'eau ou de ruissellement excessif. Toute la maîtrise de l'eau pluviale intéresse les paysans, soit pour la conserver et l'utiliser au mieux, soit pour évacuer les excès en faisant le moins de dégâts possibles, et pas seulement l'érosion.

## La circulation de l'eau

La circulation de l'eau est reconstituée au champ à la suite de repérages de traces sur le terrain — possibles aussi en saison sèche — à l'aide des indications du paysan.

### Sens de la pente

Quand la pente est très faible, on recherche le sens d'écoulement de l'eau, marqué sur le terrain par l'arrachement d'un peu de terre, le dépôt de sable, d'éléments fins ou de débris végétaux, etc.

### Ravines et rigoles

Ce sont les éléments les plus visibles de la circulation de l'eau. Leur observation permet de répondre à plusieurs questions.

**Y a-t-il des ravines ou des rigoles ?** Il n'y en a pas si la circulation de l'eau est peu concentrée ou si la pente est faible. On trouve leur origine en remontant la pente. Quand elles commencent à l'intérieur du champ, l'aménagement en courbes de niveau permettra de diminuer considérablement leur débit et souvent de les faire disparaître après quelques années. En revanche, si leur origine est en amont du champ, il faudra soit les conserver pour évacuer l'eau, soit les dériver vers les exutoires choisis.

**Quelle est la forme des ravines ou des rigoles ?** Elles peuvent être encaissées en U (irrécupérables pour

Finition de l'ados à la daba qui permet de lui donner une forme régulière.





Fossés et ados de dérivation, pour protéger les champs de patate douce et de riz pluvial (à gauche). *Jatropha curcas* et *Andropogon gayanus* ont été plantés sur l'ados. Yayadiassa, environ de Sikasso, juillet 1995.

l'agriculture), évasées en V (risque d'érosion des berges) ou aplaties (risque de déplacement vers des zones fertiles). Il faut noter l'état des berges : cultivées, sarclées ou couvertes de végétation.

**Y a-t-il des traces d'évolution récente ?** Une ravine peut se creuser à l'amont, s'élargir plus bas par érosion des berges et se remplir de sable à l'aval. Le système dans son ensemble « remonte » la pente, jusqu'à ce qu'il rencontre une couche dure (roche ou cuirasse).

**Y a-t-il un dépôt de sable dans le fond de la ravine ou de la rigole ?** Cette situation montre que la ravine ne creuse plus dans cette zone. Mais un dépôt de sable important risque d'entraîner le déplacement de la circulation de l'eau vers le champ voisin, provoquant l'érosion de bonne terre et le dépôt de sable stérile.

**Quelles sont les mesures anti-érosives déjà réalisées, quel est leur effet ?** Pour arrêter les ravines, traditionnellement, les agriculteurs déposent des branchages ou à la suite de recommandations de la vulgarisation, ils confectionnent des barrages en pierre et des fascines. Suivant les cas, un dépôt d'alluvions se forme et

la ravine se stabilise ou, au contraire, elle se déplace de quelques mètres vers le champ voisin, où l'érosion devient forte.

Ruissellement diffus de l'eau venant d'amont

Le ruissellement diffus est plus difficile à repérer. Il s'accumule souvent à l'intérieur du champ, en suivant les billons, jusqu'à former des rigoles et des ravines. Il se produit sur des surfaces dures ou couvertes de végétation, ou dans les champs à plat, quand une croûte dure s'est formée. Entre les billons, l'eau circule sans se concentrer, mais elle peut parfois déborder. Il faut chercher les traces des déplacements de terre résultant de ce ruissellement diffus : arrachement de terre, dépôt de sable dans les points bas, dépôts de limons et d'argile.

Parfois, on observe des micro-cuvettes de décantation avec un dépôt de sable du côté de l'arrivée d'eau et un dépôt de limon et d'argile dans la petite cuvette où l'eau reste en fin d'épisode pluvieux.

Un ruissellement diffus sans érosion peut se produire, notamment lorsque la pente est faible et la surface du sol

durcie par une croûte parfois recouverte d'une couche d'algues. Alors l'aménagement a pour objectif de conserver et d'infiltrer l'eau de pluie.

Excès d'eau

Les excès d'eau sont signalés par la végétation par le témoignage de l'agriculteur, par l'eau qui stagne et par les dépôts d'argile et de limons.

## Schéma global de l'aménagement

L'aménagement d'un champ isolé au milieu d'un versant a deux objectifs : l'évacuation de l'excès d'eau et l'amélioration de l'infiltration de l'eau au profit des cultures. Généralement plusieurs types d'ouvrages peuvent répondre à ces objectifs et le paysan fait le choix selon ses capacités de travail.

Evacuation de l'eau

Les excès d'eau doivent être évacués (figure 3) :

– en détournant l'eau venant de l'amont et en laissant s'écouler l'eau en excès (notamment sur les sols peu perméables) vers les exutoires



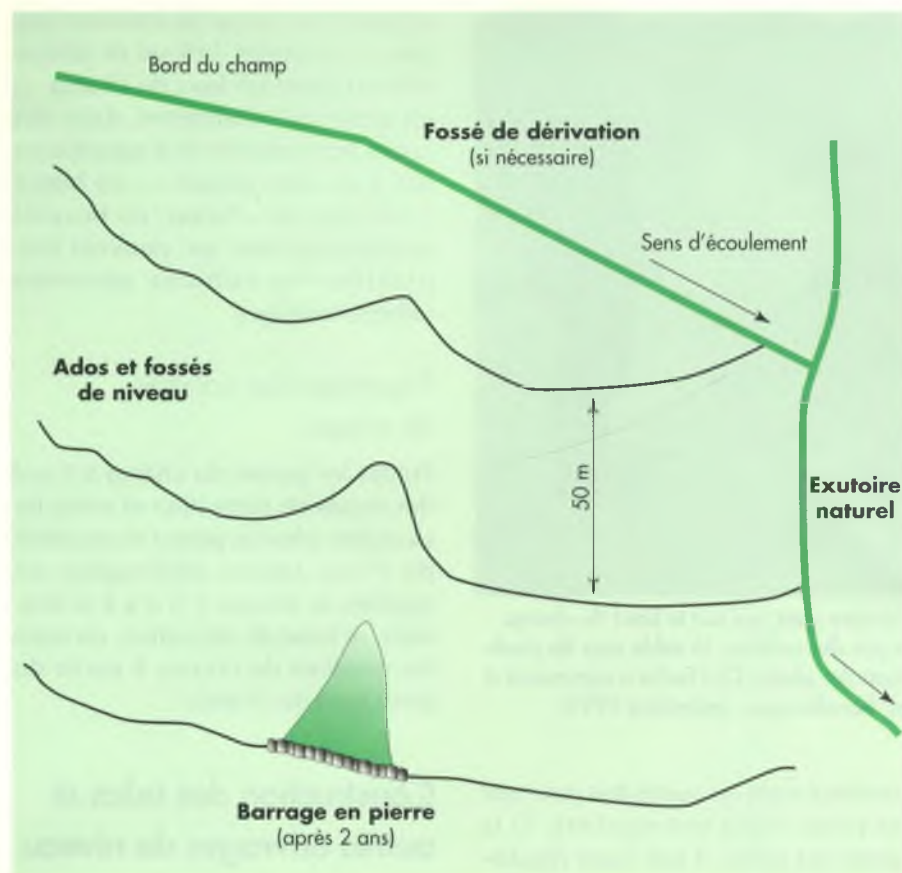


Figure 3. Schéma de l'aménagement d'un champ en courbes de niveau.

- les zones de passage de l'eau dans le fond des talwegs, ravinés ou non ;
- les zones de végétation naturelle où l'eau circule sans éroder ;
- un fossé d'évacuation, creusé de préférence en bordure du champ.

Dans les zones d'excès d'eau, il faut creuser un fossé de drainage qui remplace les exutoires naturels insuffisants, soit dans la zone la plus basse, suivant la pente la plus forte, soit en bordure du champ, si le dénivelé est faible (inférieur à 10 centimètres) et si la pente du bord du champ est régulière et suffisante (supérieure à 0,1 %). Le fossé sera prolongé hors du champ pour l'évacuation de l'eau.

#### Fossés de dérivation à l'amont

Nécessaires quand de l'eau arrive de l'amont, les fossés de dérivation collectent le ruissellement diffus et l'eau des petites ravines non conservées, ensuite l'eau s'écoule vers les

conservés ou aménagés pour limiter les risques de dégâts sur les cultures ;

- en conservant les grandes ravines qui viennent de l'amont comme exutoire ;
- en drainant l'excès d'eau des zones basses.

Ensuite, l'ensemble du champ est aménagé en courbes de niveau, matérialisées en général par des ados et des fossés enherbés.

#### Choix des exutoires

Il est préférable d'utiliser les exutoires naturels — les plus stables — localisés à proximité ou à l'intérieur du champ. Les contraintes pour établir les fossés de dérivation en amont et les contraintes de voisinage doivent aussi être prises en compte. On peut choisir le type d'exutoire :

- les ravines fortement creusées, en forme de U, qui ne sont pas récupérables pour l'agriculture, les ravines principales, en forme de V ;

Aspect d'une ravine dans un champ cultivé. Au fond, le paysan a laissé les berges enherbées pour éviter l'élargissement de la ravine. Konobougou, septembre 1995.





Dérivation d'une ravine vers un fossé, situé à l'arrière plan, qui suit le bord du champ. Le barrage est formé de tiges de sorgho lestées par des cailloux. Le sable sous les pieds du personnage s'est accumulé en une seule saison des pluies. De l'herbe a commencé à envahir le fond de l'ancienne ravine (à gauche). Konobougou, septembre 1995.

exutoires. Il est souhaitable que la pente des fossés soit d'environ 0,2 à 0,3 %, voire plus forte en bordure du champ. Si la pente est régulière et si les contre-pentes ne dépassent pas 20 centimètres, il est préférable de les installer au bord du champ. Le fossé doit être creusé plus profondément dans les points hauts et l'ados

renforcé dans les points bas pour que sa pente finale soit régulière. Si la pente est faible, il faut curer régulièrement le sable déposé ; si la pente est plus forte (0,5 % ou plus), l'eau risque de creuser le fond du fossé, ce qui peut être atténué en favorisant un enherbement rapide et en fixant les bords avec la végétation. Si la pente

au bord du champ ne convient pas pour ce dispositif, le fossé de dérivation est construit hors du champ — en partie ou totalement, dans des zones non cultivées et n'appartenant pas à un autre paysan —, ou bien à l'intérieur du champ, en laissant quelques zones, qui peuvent être plantées en cultures pérennes (arbres, fourrage).

### Piquetage des courbes de niveau

Toutes les parties du champ à l'aval des fossés de dérivation et entre les exutoires choisis pour l'évacuation de l'eau seront aménagées en courbes de niveau. S'il n'y a ni exutoire, ni fossé de dérivation, on trace les courbes de niveau à partir du point haut du champ.

### Construction des ados et autres ouvrages de niveau

Il faut marquer de façon permanente l'emplacement des courbes de niveau ainsi piquetées. Différentes méthodes sont possibles, comme par exemple des cordons pierreux. Cependant, on choisit le plus

## Piquetage des courbes et des fossés

Cette étape implique l'utilisation d'un appareil de topographie. Ce travail peut être fait, après une formation spécialisée, par des vulgarisateurs ou par des paysans (équipe technique villageoise). En effet, comme on cultive sur des billons, une précision de plus ou moins 5 centimètres sur l'altitude est suffisante. Le piquetage est fait directement au champ, sans levé topographique préalable.

### Appareil pour les relevés topographiques

Habituellement un niveau de chantier de marque Wild (modèle NK1) est utilisé, la vitesse du travail est d'environ 1 hectare par heure. Quand la pente est supérieure à 2 %, il est possible d'utiliser un niveau très simple, déjà vulgarisé au Mali, formé d'un tuyau de plastique transparent de 10 mètres de longueur, rempli d'eau, monté sur des règles de 1 mètre de hauteur à chaque extrémité (figure 4). Lorsque la pente est faible, sa précision est insuffisante et le temps de travail long.

### Piquetage des courbes de niveau

Les dénivelés et les distances entre courbes sont schématisés sur la figure 5. La distance entre deux courbes successives est  $l_1$  correspondant à 80 centimètres de dénivelé si la pente est supérieure à 1,6 % et  $l_2$  égale à 50 mètres dans le cas

contraire. Dans la méthode de piquetage des courbes directement au champ (figure 6), cette pente n'a pas besoin d'être mesurée.

Pour le piquetage des courbes de niveau, à partir du point le plus haut du champ, en suivant la plus grande pente, on recherche le point ayant un dénivelé de 80 centimètres. Si la distance entre le point haut et ce point est inférieure à 50 mètres, ce point est marqué, puis la première courbe est tracée. Si la pente est faible, cette distance dépasse 50 mètres de largeur. Il faut alors marquer un point à 50 mètres pour le tracé de la première courbe. Dans ce cas, le dénivelé entre le point haut et la première courbe est inférieur à 80 centimètres.

Sur la courbe, un piquet est placé tous les 10 mètres. Quand la première courbe est terminée, on recommence de la même façon pour les suivantes. Si une courbe présente des sinuosités importantes, il est possible de la régulariser, en utilisant la tolérance de 5 centimètres sur l'altitude pour lui donner une courbure régulière qui ne gêne pas le travail avec les bœufs. Pour cela, il est nécessaire d'imaginer une courbe régulière à proximité des piquets. Ensuite, il faut déplacer les piquets sur cette courbe et vérifier qu'ils restent dans la marge de 5 centimètres.



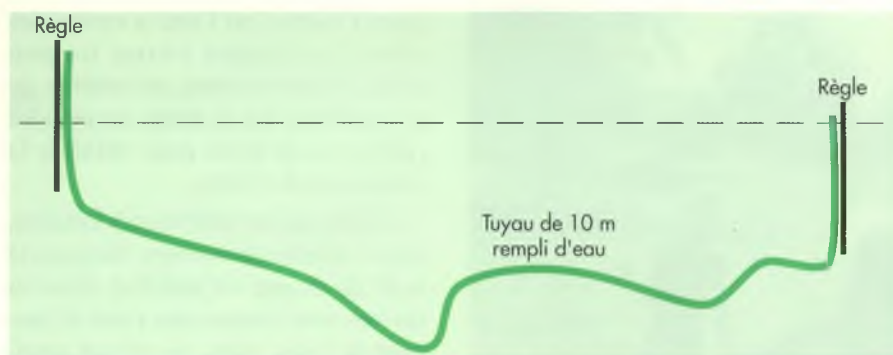


Figure 4. Principe du niveau à eau artisanal vulgarisé au Mali.

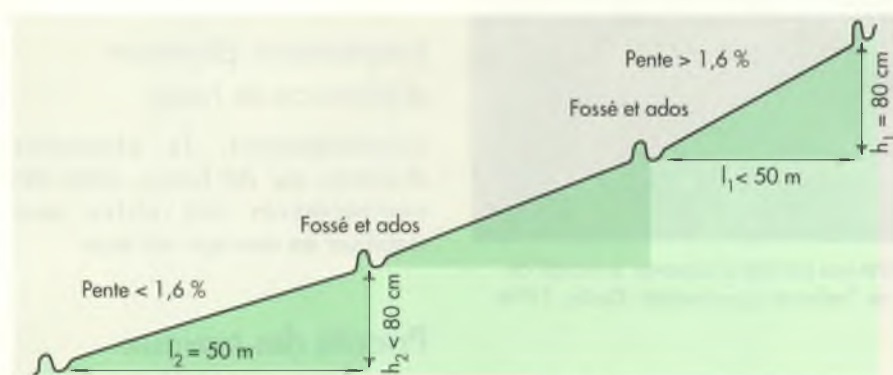


Figure 5. Distance entre courbes de niveau, suivant la pente.

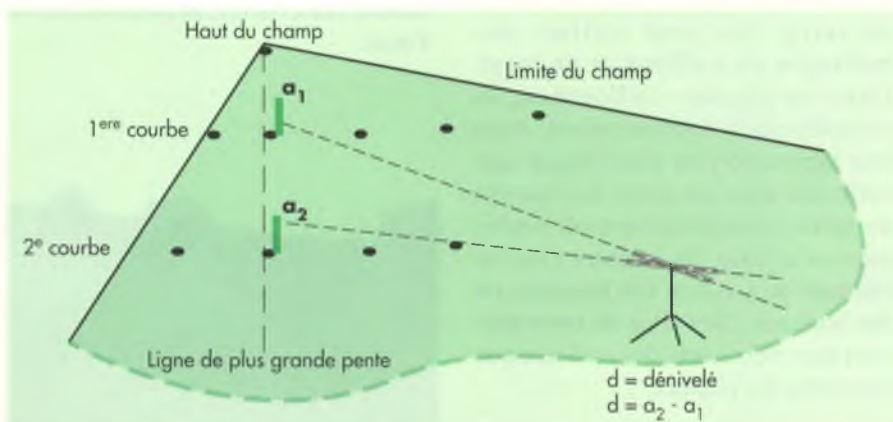


Figure 6. Principe du piquetage des courbes de niveau avec le niveau Wild.

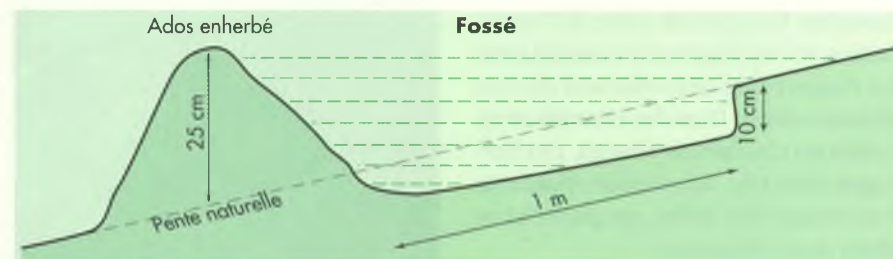


Figure 7. Schéma d'un fossé et d'un ados faits à la main, pour une courbe de niveau ou un fossé de diversion.

souvent des ados de terre de 20 à 30 centimètres de haut, complétés par un fossé large à l'amont (figure 7). Ces ados resteront de façon permanente et seront couverts d'une végétation pérenne.

Le rôle de l'ados de niveau n'est pas de retenir toute l'eau — ce qui demanderait un terrassement important — mais de marquer la direction des lignes de semis et des billons, qui sont ainsi tous « de niveau ». L'essentiel de l'effet de l'aménagement est dû à la rétention de l'eau de pluie entre les billons.

Il faut interrompre ces ados de terre au passage des anciennes ravines. On peut laisser les ravines s'enherber, puis après quelques années, compléter les ados par des barrages en pierre, afin de freiner l'eau sans l'arrêter. La culture deviendra alors possible dans la ravine. Si la ravine est peu profonde et aplatie, il vaut mieux attendre que l'ados de terre soit bien stabilisé avant de construire ce barrage.

### Labours et billons suivant les courbes de niveau

Quand les ados sont construits et bien visibles, toutes les opérations culturales doivent être faites suivant les courbes de niveau, pour favoriser la rétention et l'infiltration de l'eau entre les billons, qui restent cependant ouverts aux extrémités, pour diriger l'excès d'eau vers les zones d'écoulement naturel. Cette technique a été bien acceptée par la plupart des paysans participant au test car elle améliore la culture traditionnelle sur billons.

## Choix des ouvrages, priorités, réalisation et entretien

Plusieurs types d'ouvrages sont proposés et doivent être combinés en fonction des réalités du terrain et des objectifs des exploitations.



Fabrication de l'ados de niveau aux bœufs. Cette vue permet d'observer le travail de la charrue qui remonte la terre vers le sommet de l'ados en construction. Dioila, 1994.

## Les différents ouvrages

En fonction du terrain à aménager, des matériaux et du temps disponible, le paysan peut choisir différents ouvrages : ados et fossés de terre (figure 7), cordons ou barrages en pierre.

### Ados et fossés en terre

La confection d'ados et de fossés en terre est la technique la plus fréquemment retenue pour les courbes de niveau et les fossés de dérivation ; elle s'intègre facilement dans l'ensemble des techniques culturales. La réalisation est rapide avec les bœufs (2 heures par hectare), pas très longue avec la daba (environ 6 hommes jour par hectare). Des entretiens sont nécessaires, ainsi que l'enherbement ou la plantation avec des graminées pérennes, des arbustes, etc.

### Cordons pierreux

La confection des cordons pierreux est recommandée pour des zones non cultivées en amont des champs.

Ils sont construits aussi dans les champs cultivés, sur les courbes de niveau, en remplacement des ados de terre. On peut utiliser des mélanges de cailloux et de terre. Dans les champs caillouteux, ils contribuent à l'épierrement, mais leur fabrication est plus longue que celle des ados en terre. Recouverts de terre, complètement ou seulement à la base, ils arrêtent l'eau et résistent au passage des hommes ou des animaux. Des ados de terre peuvent être recouverts des cailloux que l'on retire du champ.

### Barrages en pierre

Les barrages en pierre à travers les ravines servent à ralentir l'eau et à favoriser le dépôt de sable et l'installation d'une végétation abondante. Le risque est le débordement dans le champ voisin. Dans les champs aménagés en courbes de niveau, ces barrages sont très utiles pour rétablir la continuité des ados, en particulier dans deux situations :

- les barrages en pierre sont construits pour les réparations des

points faibles où l'eau a rompu les ados. En laissant passer un peu d'eau, ils permettent au système de se stabiliser. Par la suite, on peut les recouvrir de terre pour rétablir la continuité de l'ados ;

- les barrages en pierre sont installés, après quelques années, lorsque le reste du champ est stabilisé, dans les ravines non conservées pour le passage de l'eau. Ainsi, les dégâts résultant d'un débordement par dessus l'ados déjà enherbé seront faibles.

### Enherbement, plantation d'arbres ou de haies

L'enherbement, la plantation d'arbres ou de haies, sont des compléments très utiles pour stabiliser les ouvrages en terre.

## Priorité des travaux

En général, l'aménagement est étalé sur plusieurs années, en fonction des capacités de travail de l'exploitation. On commence par les travaux en amont du champ, protégeant ainsi l'aval.





Les priorités de réalisation des travaux sont les suivantes :

- le fossé de dérivation amont. S'il n'est pas réalisé au cours d'une même année, il vaut mieux le commencer à partir de l'exutoire ;
- les courbes de niveau immédiatement à l'aval du fossé de dérivation ;
- les courbes plus à l'aval ;
- la fermeture des ravines intermédiaires, qui seront progressivement récupérées.

Dans les zones avec excès d'eau, que l'on doit drainer, on commence par le fossé de drainage, à partir de l'aval.

## Période des travaux et organisation

Les travaux pour la lutte contre l'érosion ne doivent pas trop perturber les calendriers de préparation des terres et de semis. Il est cependant beaucoup plus facile de faire les ouvrages en terre, fossés ou ados, quand la terre est humide.

### En saison sèche

Les travaux de piquetage doivent être faits pendant la saison sèche, avant tous les autres travaux. Ils peuvent démarrer dès que les tiges de l'année précédente ont été coupées. En saison sèche, on peut aussi confectionner les ouvrages en pierre, cordons pierreux et barrages en pierre, ainsi que des ouvrages en terre. Les ados non compactés s'humectent et se tassent naturellement après les premières pluies. En conditions sèches, ce travail est relativement facile dans les sols très sableux en surface. Cependant, au cours de cette période, les paysans sont souvent peu disponibles, car une partie de la main-d'œuvre a quitté l'exploitation, ou ils ont d'autres occupations : réfection des habitations, cérémonies traditionnelles, etc.

### Lors des premières pluies

Très souvent, il y a des pluies précoces avant la période des travaux agricoles proprement dits, et

l'agriculteur peut profiter de celles-ci pour la construction des ados et des fossés qui peuvent ainsi s'enherber avant la période très pluvieuse. Mais il n'est souvent pas possible de travailler avec les bœufs car ils sont en transhumance ou trop amaigris.

Une ébauche de fossé ou d'ados peut être construite après une petite pluie, permettant une meilleure infiltration des pluies suivantes et donc de recréer le fossé et d'augmenter l'ados, même si les pluies ultérieures sont faibles. Le risque d'érosion est limité car la partie travaillée est très peu importante.

### Intérêt des travaux aux bœufs

Un travail aux bœufs, à la charrue ou aux dents, ameublit la terre, ce qui permet de travailler plus vite manuellement. En faisant plusieurs allers-retours à la charrue, toujours en adossant, l'ados est formé et sera complété manuellement. Deux passages allers-retours donnent un petit ados, un peu plus gros qu'un billon. Cinq permettent d'obtenir déjà un gros ados.

D'ailleurs, les paysans choisissent, s'ils le peuvent, de faire le maximum de travaux aux bœufs.

### Réalisation des ouvrages anti-érosifs pendant la saison des pluies

Avant la mise en place des cultures, les ouvrages peuvent être simplement ébauchés, puis complétés pendant la saison des pluies. Par exemple, un billon suffit pour marquer les courbes de niveau et installer les lignes de culture et les billons. De même, les fossés de drainage peuvent être creusés pendant la saison des pluies.

Dès que les pluies le permettent, l'installation des cultures est prioritaire. Cependant, au moment des sarclages et des buttages, l'agriculteur peut compléter (et réparer) l'ados en même temps qu'il travaille sur ses cultures.

Ados de niveau plantés en *Andropogon gayanus*, après une saison des pluies. Yayadiassa, environ de Sikasso, septembre 1995.



## Entretien des ouvrages anti-érosifs

### Installation des cultures

L'installation des cultures, en suivant bien la courbe de niveau, est le meilleur moyen d'entretenir l'aménagement anti-érosif, car il limite le ruissellement, donc le risque de cassure.

Les billons peuvent être fabriqués dès le début de la saison des pluies, avant le semis sur les billons. Il est aussi possible de semer à plat, en suivant la courbe de niveau, puis d'effectuer le buttage, le plus rapidement possible après la levée, avant la période très pluvieuse. La meilleure conservation de l'eau par les billons de niveau devrait permettre des semis plus précoces et une durée de végétation allongée en fin de saison des pluies, donc potentiellement des rendements plus élevés ou plus réguliers.

### Réparation et entretien des ados

La première année, les ados se rompent souvent au moment des grandes pluies, car la terre est encore meuble. Le paysan peut réparer les cassures avec de la terre, faisant un ados un peu plus gros. Avec le tassement et l'enherbement des ados, ce risque disparaît progressivement. Différentes réparations des cassures aux points fragiles sont possibles :

- barrage en grosses pierres avec des petits cailloux intercalés, favorisant l'écoulement de l'eau, limitant ainsi les risques d'érosion par dessus l'ados de terre à côté de la réparation. Le sable transporté se dépose dans le fossé à l'amont de l'ados ;
- ados renforcé de cailloux ou barrage en pierre recouvert de terre, plus solides qu'un simple ados de terre.

Dans les zones sans cailloux, on reconstruit un ados de terre, nettement plus élevé que l'ados voisin, quand la terre est encore humide en fin de saison des pluies : tassé pendant la saison sèche, il est enherbé et plus solide l'année suivante.



Transport de tiges de graminées, utilisées comme fourrage.

L'entretien des ados comporte différentes phases :

- augmenter la hauteur (jusqu'à 30 à 40 centimètres) pendant les premières années et renforcer les points faibles ;
- entretenir une végétation abondante ;
- remonter régulièrement les ados car ils s'érodent (pluies, passage des animaux, travail des champs).

### Végétation des ados, fossés et berges des ravines

Plusieurs solutions sont possibles, suivant les objectifs des paysans :

- enherbement spontané : c'est une bonne solution. Cependant certaines mauvaises herbes envahissent les cultures voisines ;
- tous les fourrages conviennent (*Panicum*, *Stylosanthes*, etc.) ;
- plantation de graminées pérennes, *Andropogon gayanus*, graminée spontanée connue des paysans, peut être repiquée par éclats de souches. Elle couvre bien le sol (assez lentement la première année) et ses graines ne lèvent pas dans les sols ameublés ;
- cultures sur des ados. On peut utiliser la même culture que dans le champ (coton, maïs) ou une autre culture, de préférence semée à une date différente (maïs très précoce, gombo, niébé, sorgho, condiments, etc.) ;
- plantations d'arbres ou d'arbustes. Il faut choisir des espèces utiles pour le paysan et qui ne gênent pas les

cultures. Les courbes de niveau et les limites des champs sont ainsi bien marquées.

## Conclusion

Avec ces techniques, il est souvent possible de lutter contre l'érosion ou l'excès d'eau, dans des conditions compatibles avec la culture telle qu'elle est pratiquée par les paysans au sud du Mali. Ces techniques sont, pour la plupart, déjà connues des paysans et les aménagements proposés ne modifient pas beaucoup les règles de gestion traditionnelles. La culture en courbes de niveau est une technique de culture comme les autres.

Toutefois, ce type d'aménagement exige le piquetage des courbes de niveau, ce qui implique soit l'intervention d'un prestataire de service, soit la maîtrise de la technique par les agents de la vulgarisation et les paysans, et la disponibilité d'un appareil topographique ou d'un niveau artisanal à eau.

L'aménagement à l'échelle du champ ne peut pas résoudre tous les problèmes : certaines questions se posent à l'échelle du village (circulation de l'eau...) et demandent une concertation entre plusieurs exploitations. A cet effet, la culture en courbes de niveau peut s'insérer dans le répertoire des techniques de maintien du potentiel productif déjà vulgarisées dans la région.



## Bibliographie

- Cmtdt, 1995. Maintien du potentiel productif et développement rural en zone Cmtdt. Koutiala, Mali, Cmtdt/Ddrs.
- Ctft, 1979. La conservation des sols au sud du Sahara. Paris, Ministère de la coopération. Collection Techniques rurales en Afrique, 2<sup>e</sup> édition, 296 p.
- DELISLE Y., JACOB J.-P., 1995. Opération de développement et droits fonciers en Afrique. La lutte anti-érosive au centre-ouest du Burkina Faso. *Sécheresse* 6 (3) : 295-302.
- GIGOU J., 1995. Aménagements anti-érosifs à l'échelle du champ. In *Pratiques paysannes et durabilité*, séminaire Cirad-Cnrst, 8-15 octobre 1995, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.
- GIGOU J., 1997. Les aménagements en courbes de niveau à l'échelle du champ. In *restitution du programme Icrisat-Cirad*, 17-20 mars 1997, Bamako, Mali.
- GIRAUDY F., 1996. Evolution des systèmes de production dans la zone Mali-Sud. Bamako. Cmtdt, Bamako, Mali, 13 p.
- HIJkoop J., VAN DER POL F., 1989. Mali-sud. D'un aménagement anti-érosif des champs à la gestion de l'espace rural. Royal Tropical Institute, Amsterdam, Pays-Bas, Bulletin Kit 317 : 52 p.
- HIJkoop J., VAN DER POEL P., KAYA B., 1991. Une lutte de longue haleine Aménagements anti-érosifs et gestion de terroir. Collection Systèmes de production rurale au Mali, 2, 1<sup>er</sup>, Bamako, Mali ; Kit, Amsterdam, Pays-Bas, 154 p.
- KLEENE P., SANOGO B., VIERSTRA G., 1989. A partir de Fonsébougou. Présentation, objectifs et méthodologie du « volet Fonsébougou » 1977-1987. Coll. Systèmes de production rurale au Mali, 1, 1<sup>er</sup>, Bamako, Mali, Kit Amsterdam, Pays-Bas, 116 p.
- LE BUANEC B., 1979. Intensification des cultures assolées en Côte d'Ivoire. Milieu physique et stabilité des systèmes de cultures motorisées. *L'Agronomie Tropicale* 34 (1) : 54-73.
- MARCHAL J.-Y., 1986. Vingt ans de lutte anti-érosive au Nord du Burkina Faso. *Cahiers Orstom, Ser. Pédologie* 22 (2) : 173-180.
- NYE P.H., GREENLAND D.J., 1960. The soil under shifting cultivation. *Tech Comm* 51, Commonwealth Bur Soils Harpenden, Bucks, Grande-Bretagne, 156 p.
- PEREZ P., 1994. Genèse du ruissellement sur les sols cultivés du Sud Saloum (Sénégal). Du diagnostic à l'aménagement de parcelle. Thèse de doctorat, Ensa, Montpellier, France, 250 p.
- PIERI C., 1989. Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherches et de développement agricoles au sud du Sahara. La Documentation française, Paris, France, 444 p.
- ROOSE E.-J., 1981. Dynamique actuelle des sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique occidentale. *Travaux et documents de l'Orstom* 130 : 569 p.
- VAN CAMPEN W., 1991. The long road to sound land management in southern Mali. In SAVENIJE H., HUIJSMAN A. (Eds.), *Making haste slowly. Strengthening local environmental management in Agricultural development*. Amsterdam, Pays-Bas, Kit, Development-Oriented Research in Agriculture 2 : 131-148.
- VAN DER POL F., 1991. L'épuisement des terres, une source de revenu pour les paysans au Mali-Sud. In PIERI C. (éditeur), *Savanes d'Afrique, terres fertiles ?* Cirad, Montpellier, France, p. 403-419.

## Résumé... Abstract... Resumen

J. GIGOU, L. COULYBALY, B. WENNINK, K. B. TRAORE  
— **L'Aménagement des champs pour la culture en courbes de niveau au sud du Mali.**

La culture en billons suivant les courbes de niveau permet de mieux valoriser l'eau et d'évacuer l'eau en excès et de limiter la dégradation du sol. Ces techniques sont possibles dans la région sud du Mali et n'engendrent pas de modification importante des techniques de culture. Mais il faut pour cela matérialiser de façon permanente les courbes de niveau. La vulgarisation de tels aménagements a souvent échoué. Les techniques proposées sont définies à l'échelle de la parcelle, car le chef d'exploitation a des droits fonciers bien reconnus. Chaque fois qu'il est nécessaire, sont mis en œuvre des dispositifs pour évacuer l'eau qui arrive de l'amont et drainer l'eau en excès, sans faire de dégâts : ce sont des fossés, des ados et des barrages en pierre construits après un diagnostic de situation. Le piquetage des courbes de niveau est fait directement sur le champ, sans levé topographique préalable, ni matériel spécialisé. Les courbes de niveau sont marquées par des ados en terre enherbés, à la charrue à bœufs et complétés à la main. Les ados doivent être entretenus et réparés régulièrement. La réalisation des travaux est étalée sur plusieurs années pour ne pas concurrencer les travaux agricoles comme les semis.

Mots-clés : Conservation de l'eau, lutte contre l'érosion, culture en courbes de niveau, Mali.

J. GIGOU, L. COULYBALY, B. WENNINK, K. B. TRAORE  
— **Improving fields for contour cultivation in southern Mali.**

Ridge cultivation along contours is an effective way of using water, draining excess water, and limiting soil degradation. These techniques can be applied in the southern region of Mali and do not require major alterations in cropping practices. However, in order to be able to apply these techniques, the contours have to be permanent. Attempts to encourage the widespread adoption of this type of development have often failed. The techniques proposed are defined on a plot scale, as farmers have recognized land rights. Wherever necessary, systems are established to drain water that comes from uphill and other excess water, without causing any damage. These systems include ditches, ridges, and stone dams that are built once the site has been surveyed. The contours are staked out in the field without a preliminary topographic survey and no specialized equipment is needed. The contours are marked by turf ridges which are ploughed by oxen and completed by hand. The ridges require regular maintenance and repair. Work is spread over several years so as not to interfere with agricultural activities such as sowing.

Key words: water conservation, erosion control, contour cultivation, Mali.

J. GIGOU, L. COULYBALY, B. WENNINK, K. B. TRAORE  
— **Práctica de la ordenación de los campos para el cultivo en curvas de nivel en el Sur de Mali.**

El cultivo en caballones siguiendo las curvas de nivel permite valorizar más el agua, evacuar la excedente y limitar la degradación del suelo. Estas técnicas resultan posibles en la región sur de Mali y no requieren mayor modificación de las técnicas de cultivo. Sin embargo, hay que materializar de forma permanente las curvas de nivel. La vulgarización de estas labores de ordenación ha fracasado a menudo. Las técnicas propuestas están definidas a escala de la parcela, pues el jefe de la explotación tiene derechos territoriales reconocidos. Cada vez que es necesario, se instalan dispositivos para evacuar el agua que llega de arriba y drenar el agua excedente sin causar daños. Se trata de fosas, terraplenes y diques de piedra construidos tras un diagnóstico de situación. El jalonado de las curvas de nivel se hace directamente en el campo, sin levantamiento topográfico previo ni material especializado. Las curvas de nivel se marcan mediante caballones de tierra enyerbados con arado de tracción animal y terminados manualmente. Los terraplenes deben ser mantenidos y reparados regularmente. La realización de estas labores se reparte en varios años para no interferir con las labores agrícolas, como la siembra.

Palabras clave: conservación del agua, lucha contra la erosión, cultivo en curvas de nivel, Mali.